



Kaasuttimen korvaaminen elektronisella polttoaineen suihkutuksella

Jesse Järvisalo

Opinnäytetyö
Helmikuu 2015
Auto- ja kuljetustekniikka
Auto- ja korjaamotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Auto- ja kuljetustekniikka
Auto- ja korjaamotekniikka

JESSE JÄRVISALO:

Kaasuttimen korvaaminen elektronisella polttoaineen suihkutuksella

Opinnäytetyö 38 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Helmikuu 2015

Tässä työssä tutustutaan jälkiasenteiseen elektroniseen moottorinohjausjärjestelmä MegaSquirtiin, sekä selvitetään sen toimintaa sekä rakennetta. Koska kyse on tee-se-itse- sarjasta, käydään myös läpi ohjainlaitteen kasaaminen ja kuinka ohjainlaitteen asetuksia säädetään. Tämän lisäksi tutkitaan millaisilla muutoksilla voitaisiin Toyotan 18R-kaasutinmoottori päivittää elektronisella polttoainesuihkutuksella varustetuksi.

Asiasanat: megasquirt, moottorinohjaus, polttoaineensuihkutus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Automobile and transportation engineering
Automobile and garage engineering

JESSE JÄRVISALO:

Replacing carburetor with electronic fuel injection

Bachelor's thesis 38 pages, appendices 0 pages
February 2015

In this thesis we study aftermarket electrical engine control unit MegaSquirt, and find out how it works. Because it's a do-it-yourself kit, we also find out how to assemble and tune it. We also study with what changes it would be possible to update Toyota 18R engine with electrical fuel injection system.

Key words: megasquirt, engine management, fuel injection

Sisällys

1	JOHDANTO.....	6
2	Yleistä.....	7
2.1	Kaasutin	7
2.2	Polttoaineensuihkutus	8
2.2.1	Yksipistesuihkutus	8
2.2.2	Yksittäissuihkutus	9
2.2.3	suorasuihkutus.....	9
3	MegaSquirt	10
3.1	MegaSquirt-versiot	11
3.1.1	MegaSquirt.....	12
3.1.2	MegaSquirt II	12
3.1.3	MicroSquirt	13
3.1.4	MegaSquirt III.....	13
3.2	Sopivan mallin valinta	14
4	MegaSquirt	15
4.1	Toiminta.....	15
5	KASAAMINEN	18
6	Muutokset.....	22
6.1	Polttoaineensyöttö.....	24
6.2	Anturit.....	25
6.2.1	Jäähdytysnesteen lämpötila.....	25
6.2.2	Imuilman lämpötila	28
6.2.3	Kaasuläpän asentoanturi.....	28
6.2.4	Lambda.....	29
6.3	Sytytys	30
6.4	Tyhjäkäyntiventtiili.....	31
7	SÄÄTÄMINEN.....	32
8	KUSTANNUKSET	36
9	POHDINTA.....	37
	LÄHTEET	38

ERITYISSANASTO

Flash-muisti	Muisti joka säilyttää tietonsa ilman virtaa ja voidaan uudelleenkirjoittaa
CANbus-väylä	Control Area Network, digitaalinen tiedonsiirtoväylä
Inertia	Kappaleen kyky vastustaa liiketilanmuutoksia
Solenoidi	Sähkömagneettinen venttiili

1 JOHDANTO

Tässä työssä käymme teoriassa läpi kaasuttimen korvaamisen jälkiasenteisella elektronisella polttoaineensuihkutuksella. Kyseisiä järjestelmiä on markkinoilla useita, mutta keskitymme tässä vain MegaSquirt-nimiseen.

Elektronisella polttoaineen suihkutuksella saavutetaan kaasuttimeen verrattuna pienempi kulutus sekä suurempi teho, koska seos voidaan annostella tarkimmin.

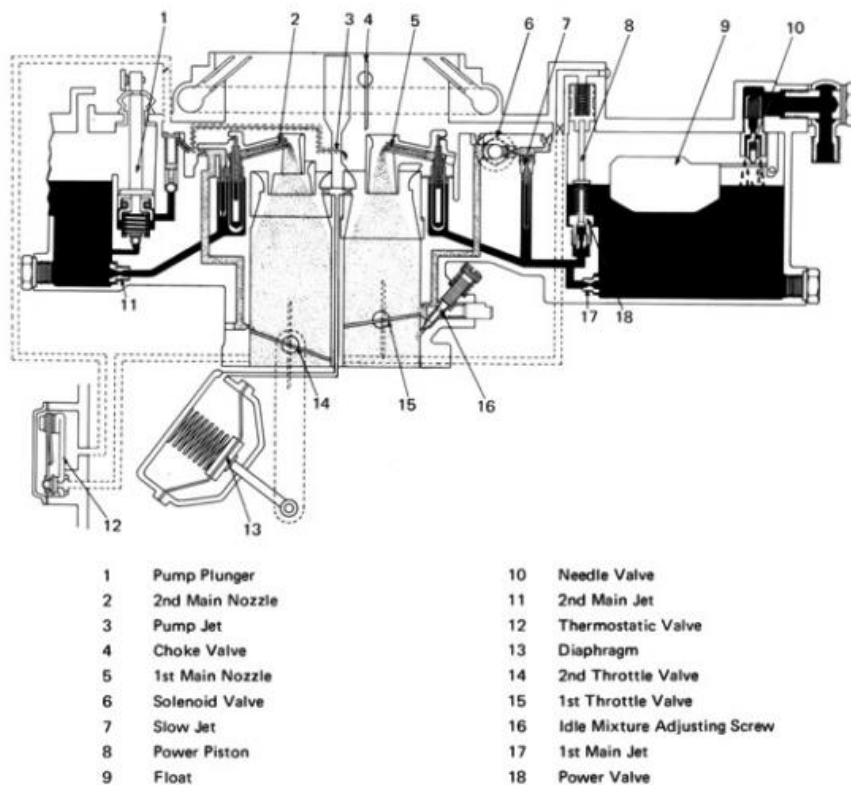
Työntarkoituksena on perehtyä tarkemmin elektroniseen moottorinohjausjärjestelmään sekä selvittää sen toiminta ja tutkia minkälaisia muutoksia kaasutinmoottoriin tarvitsee tehdä kun siihen asennetaan polttoaineensuihku.

2 Yleistä

2.1 Kaasutin

Yksinkertaisimmillaan kaasutin voidaan ajatella putkena jonka keskellä on kuristuskohta. Kuristuksen kohdalla moottoriin menevän ilman virtaus kiihtyy ja paine pienenee, kuristuskohdan jälkeen virtaus taas hidastuu ja paine kasvaa. Tähän fysikaaliseen ilmiöön perustuu kaasuttimen seoksenmuodostus. Polttoaine johdetaan putkella supisteen kohdalle jossa paine on nopean ilmavirran ansiosta pienempi kuin ympäröivässä ilmassa, joka saa aikaan polttoaineen imeytymisen kaasuttimen kurkkuun. Polttoaine hajoaa pieniksi pisaroiksi ja sekoittuu ilman kanssa polttoaineseokseksi. Tämä esitys on kuitenkin kaasutin yksinkertaisimmillaan, ajoneuvoissa käytettäviä kaasuttimia on erilaisia eri toimintatavoilla.

Toyotan R18-moottorissa käytettävä Keihin-kaasutin on toiminnaltaan melko monimutkainen. Se on kaksikurkkuinen vaihekaasutin jossa on siis nimensä mukaisesti kaksi kurkkua. Osakuormalla käytetään vain ensimmäistä kurkkua, jonka kaasuläppä on numeroitu kuvassa 1. numerolla 15. Täydellä kaasulla ajettaessa alipainekello nro.13 avaa toisen kurkun kaasuläppän nro.14.



Kuva 1. 18R-moottorin kaasuttimen kaaviokuva (www.retrojdm.com)

2.2 Polttoaineensuihkutus

Kaasuttimeen verrattuna on polttoaineensuihkutuksella monia hyötyjä, ja juuri tämän takia autojen valmistajat siihen siirtyivätkin. Suihkutuslaitteistolla saadaan aikaan tarkempi seoksenmuodostus kuin kaasuttimilla. Suihkutuslaitteistolla saavutetaan myös parempi teho, vääntö sekä kiihdytysreagointi, sillä polttoainesuuttimet sumuttavat polttoaineen erittäin hienona sumuna joka sekoittuu hyvin ilman kanssa. Tämän ansiosta voidaan imukanavat mitoittaa vapaasti virtaaviksi tuottamaan suurempi teho ja vääntö, koska kaasutinkoneen vaatimia pyönteitä polttoaineseoksen aikaansaamiseksi ei tarvita.

Suihkutuslaitteisto vaatii toimiakseen monenlaisia tietoja moottorilta, kuten käyntinopeus, lämpötilat, kuormitus, kaasuläpän asento. Näiden tietojen mukaan pystyy ohjainlaite laskemaan ja tuottamaan jokaiseen olosuhteeseen parhaiten soveltuvan seoksen ja tämän ansiosta vähentää polttoaineen kulutusta ja pakokaasupäästöjä verrattuna kaasutintekniikkaan.

2.2.1 Yksipistesuihkutus

Yksipistesuihkutuksen kokoonpano on hyvin samanlainen kuin kaasutinmoottorissa, ja näin ollen on kaikkein helpoin tapa toteuttaa kaasutinmoottoriin polttoaineensuihkutus. Yksipistesuihkutuksessa on kaasutinta vastaava suihkutussyksikkö jossa suutin ja kaasuläppä sijaitsevat. Vaikkakin yksipistesuihkutuksella saadaan tarkempi seoksenmuodostus kuin kaasuttimella, ei sillä kuitenkaan saavuteta niin hyvää huipputehoa eikä vääntöä kuin yksittäissuihkutuksella. Yksipistesuihkutusta koskee osittain samat rajoitukset kuin kaasutintakin, ilma on saatava pyönteilemään jotta polttoaine sekoittuisi kunnolla ilmaan. Yksipistesuihkutuksen hyvänä puolena voidaan pitää sen yksinkertaista rakennetta. Yksinkertaisen rakenteensa ansiosta se on huomattavasti helpompi asentaa kaasuttimen tilalle kuin yksittäissuihkutus. Suihkutussyksikkö voidaan periaatteessa sovitelaipan avulla kiinnittää suoraan vakiokaasuttimen paikalle.

2.2.2 Yksittäissuihkutus

Yksittäissuihkutuksessa jokaiselle sylinterille on oma suihkutussuuttimensa joka suihkuttaa polttoaineen suoraan imusarjaan. Yksittäissuihkutuksella saavutetaan yksipistesuihkutusta tarkempi seoksenmuodostus joten tällä saavutetaan suurempi maksiteho, vääntö sekä pienempi polttoaineen kulutus. Yksittäissuihkutus on kuitenkin monimutkaisempi asentaa, jollei moottorista ole olemassa yksittäissuihkutuksella varustettua versiota josta saataisiin suoraan sopiva imusarja suuttimineen.

2.2.3 suorasuihkutus

Suorasuihkutuksessa jokaiselle sylinterille on oma suuttimensa mutta polttoaineen suihkutusta tapahtuu suoraan palotilaan. Tällöin seoksenmuodostus tapahtuu sylinterissä joten polttoaine tulee suihkuttaa erittäin hienona sumuna jotta se sekoittuisi kunnolla ilmaan. Myös männänpää on muotoiltu jotta polttoainetta suihkutettaessa syntyisi pyörteily. Koska suorasuihkutuksessa tulee polttoaine suihkuttaa erittäin hienona suihkuna, tulee suihkutuspaineen olla suurempi kuin yksittäissuihkutuksessa.

3 MegaSquirt

MegaSquirt on Bruce Bowlingin ja Al Grippon vuonna 2001 kehittämä tee-se-itse tyyppinen ruiskunohjausyksikkö jota on saatavissa sekä rakennussarjana että valmiiksi kasattuina. (www.megamanual.com/)

Bowling ja Grippo olivat ennen MegaSquirtin kehitystä julkaisseet vuonna 2000 EFI332-järjestelmän joka oli MegaSquirtin edeltäjä. EFI332 oli tarkoitettu edistyneille harrastajille ja sen asentaminen vaati taitoja ohjelmoinnista, elektroniikasta, polttomoottorien ohjauksesta sekä tietokoneista. EFI332 oli suorituskykyinen ja joustava järjestelmä, mutta sen monimutkaisuus jätti käyttäjäkunnan pieneksi. (www.megamanual.com/)

MegaSquirtin kehitystyö sai alkunsa kun Bowling ja Grippo rupesivat suunnittelemaan EFI332:ta yksinkertaisempaa ja helppokäyttöisempää järjestelmää. MegaSquirtista oli tarkoitus tulla niin yksinkertainen että sen voi asentaa mihin tahansa sovellukseen ilman että käyttäjän tarvitsee itse kirjoittaa koodia tai ymmärtää moottorinohjauksen yksityiskohtia. Tämän lisäksi Bowling ja Grippo ovat julkaisseet piirustukset, ohjelmiston ja koodin jotta kuka tahansa voi tarvittaessa tutustua tarkemmin järjestelmän toimintaan ja tehdä tarvittavia muutoksia omaan sovellukseensa. (www.megamanual.com/)

MegaSquirtista on neljä erilaista versiota: MegaSquirt, MegaSquirt II, MegaSquirt III ja MicroSquirt.

3.1 MegaSquirt-versiot

MegaSquirtin prosessorista on neljä erilaista versiota, jotka ovat MegaSquirt, MegaSquirt II, MegaSquirt III sekä MicroSquirt.

Nämä käsittävät periaatteessa vain prosessorierot ja näiden lisäksi on neljä eriversiota piirilevystä, jotka ovat v1.01, v2.2, v3.0 ja v3.57

Taulukko 1. MegaSquirtin eri versiot

	MegaSquirt	MegaSquirt II	MicroSquirt	Megasquirt III
Julkaistu	2001	2005	2009	2010
Proessori	8-Bit MC68HC908	16-bit MC9S12C64	16-bit MC9S12C64	16-bit MC9S12XEP100
Nopeus	8 MHz	24 MHz	24 MHz	50 MHz (+100 MHz XGATE)
Flashmuisti	32 kB	128 kB	128 kB	1024 kB + 32kB data flash
Käyttäjämuisti	512 B	4 kB	4 kB	64 kB

3.1.1 MegaSquirt

Alkuperäinen MegaSquirt pohjautuu Motorolan MC68HC908GP32 flash-pohjaiseen prosessoriin joka toimii 8 megahertsin väylätaajuudella. MegaSquirtin sisäinen ohjelma on käsinkirjoitettua konekieltä joka on nopeampi kuin ohjelmointikielestä käännetty ohjelma. Tämä mahdollistaa reaaliaikaisen polttoaineen annostelun moottoreille jotka kiertävät jopa 16000 r/min. (www.megamanual.com/)

MegaSquirtin prosessorin sisäinen flash-muisti mahdollistaa reaaliaikaisen uudelleenohjelmoinnin. Polttoainekarttoja, lisärikastuksia ja muita parametreja voidaan muuttaa moottorin käydessä. Valmistaja lupaa flash-muistille vähintään 10000 uudelleenohjelmointikertaa ja tiedot säilyvät vähintään 20 vuotta. (www.megamanual.com/)

MegaSquirtin oletusantureina toimii amerikkalaisen GM:n valmistamat anturit, mutta järjestelmä voidaan myös konfiguroida mille tahansa muille antureille. (www.megamanual.com/)

MegaSquirtista löytyy kaksi eri algoritmia polttoaineen annostelua varten, nopeus-tiheys sekä alpha-n. Nopeus-tiheys variaatiossa polttoaineenmäärä lasketaan imusarjanpaineen sekä moottorin kierrosnopeuden avulla, tämä on yleisimmin käytössä jälkiasenteisissa ohjausjärjestelmissä. Alpha-n variaatiossa puolestaan polttoainemäärä lasketaan kaasuläpän asennon sekä moottorin kierrosnopeuden avulla, tätä käytetään yleensä korkean viritysasteen moottoreissa. (www.megamanual.com/)

3.1.2 MegaSquirt II

MegaSquirt II on uudempi versio vanhasta ja 24MHz prosessori ja uusia ominaisuuksia. Tärkeimpinä ominaisuuksina voidaan pitää mahdollisuutta sytytyksen ohjaamiseen, CANbus-väylä erillisten lisäosien liittämistä varten sekä mahdollisuus käyttää ilmamassamittaria. Tässä versiossa ohjelmisto on aiemmasta konekielisestä

ohjelmistosta poiketen C-ohjelmointikieltä joka tekee siitä helpommin muokattavan, mutta nopeamman prosessorin ansiosta laskentateho ei laske. (www.megamanual.com/)

Muita uudistuksia ovat mahdollisuus I/O-logiikkalähtöihin joille käyttäjä voi itse valita kytkeytymissäännöt. Myös anturitiedoille voi tehdä korjauksia ja säätökartat ovat 12X12 kokoa vanhan 8X8 sijaan. Tässä versiossa on myös mahdollista ottaa käyttöön lambda-anturin tietojen perusteella automaattinen täyttöasteen taulukon päivitys. Tässä on myös mahdollista käyttää askelmoottorilla varustettua tyhjäkäyntisäädintä aikaisemman version solenoidisäätimen sijasta. (www.megamanual.com/)

3.1.3 MicroSquirt

MicroSquirt on huomattavasti pienikokoisempi kuin aiemmat versiot ja se on saatavilla ainoastaan valmiiksi kasattuna. MicroSquirt on lähinnä tarkoitettu moottoripyöriin, mönkijöihin sekä lumikelkkoihin. MicroSquirt on lähellä MegaSquirt II:sta mutta siinä on muutamia eroja. MicroSquirtissa on kaksi tulo- sekä lähtösignaalia sytytystä varten joten sillä on mahdollista ohjata V2-koneen epätasaisen sytytyksen ohjaamisen kahden kampiakselin anturin avulla. MicroSquirtissa ei ole tilansäästämiseksi askelmoottorisen tyhjäkäyntiventtiilin ohjausta eikä piirilevyllä olevaa imusarjanpaineanturia vaan tieto tuodaan erillisellä anturilla. MicroSquirtissa on lisäksi vedenkestävä kotelo ja pienen kokonsa (61mm x 89mm) ansiosta se on käytössä lähinnä muissa kuin autosovelluksissa. (www.megamanual.com/)

3.1.4 MegaSquirt III

MegaSquirt III on viimeisin malli ja sitä on saatavilla MS3X-lisäosan kanssa joka sisältää paljon aikaisemmissa versioissa vain tee-se-itse lisäosilla saatuja ominaisuuksia. Tärkeimpiä näistä ominaisuuksista ovat kahdeksan suuttimen erillinen ohjaus ja kahdeksan erillistä logiikkalähtöä sytytykselle. Aikaisemmissa versioissa oli ilman lisäosia vain kaksi lähtöä sytytykselle joilla voitiin sytytysmoduulin avulla ohjata kahta kaksoispuolaa hukkakipinä-periaatteella, eli kaksi tulppaa sytyttää kipinän samanaikaisesti vaikka vain yhdessä sylinterissä tapahtuu sytytys. Logiikkalähdöt sytytykselle mahdollistavat yksittäiskipinäpuolien ohjaamisen, eli jokaiselle sytytystulppalle on oma puola. (www.megamanual.com/)

3.2 Sopivan mallin valinta

Koska Toyotan 18R-moottori on kaasutinmoottori, jossa on kärjellinen sytytys, on siihen järkevää asentaa sellainen MegaSquirt-versio jolla voi myös ohjata sytytystä. Tähän tarkoitukseen parhaiten soveltuva kokoonpano on MegaSquirt II sekä v3.0 piirilevy. MegaSquirt III:lla saavutettaisiin parempi tarkkuus sytytyksen suhteen mutta MegaSquirt II:n verrattuna nousee kustannus huomattavan suureksi verrattuna saavutettuun hyötyyn. Koska moottoria ei olla turbo ahtamassa tai yritetä hankkia suurinta mahdollista maksimitehoa, on MegaSquirt II tähän sovellukseen järkevin vaihtoehto. Mikäli sytytysjärjestelmä jätettäisiin alkuperäiseksi, riittäisi alkuperäinen MegaSquirt polttoaineensuihkutuksen ohjaamiseen. Moottorissa on kuitenkin melko alkeellinen katkojankärjillä varustettu, alipaineella sytytysennakkoa säättävä virranjakaja, joten sitä on syytä samalla päivittää.

4 MegaSquirt

4.1 Toiminta

MegaSquirt koostuu viidestä osa-alueesta:

- Prosessori joka suorittaa laskut
- Tietoliikenneosio jonka kautta säätöohjelmisto voi lukea ja kirjoittaa tietoja
- Virtaosio joka tuottaa jatkuvaa 5V virtaa muille komponenteille
- Lukuisia sisääntulojen käsittelypiirejä
- Signaalilähdöt

Megasquirt käyttää tarvittavan polttoainemäärän laskemiseen kolmea tekijää:

- Ideaali kaasulaki
- Sensoritiedot
- Säätöparametrit

MegaSquirt käyttää ideaalikaasun tilayhtälöä $pV = nRT$, jossa p = kaasun paine (pascal), V = kaasun tilavuus (m^3), n = kaasun ainemäärä (mol), R = kaasuvakio sekä T = lämpötila (K) (www.megamanual.com/)

Jotta tiedettäisiin kuinka paljon polttoainetta tulee suihkuttaa, täytyy selvittää kuinka paljon moottoriin menee ilmaa jotta voidaan saavuttaa teoreettisesti oikea eli stokiometrinen seos. Täydellisesti palaakseen 1kg bensiiniä vaatii noin 3,4kg happea. Palamiseen käytettävä happi saadaan moottoriin imettävästä ilmasta jossa sitä on noin 23 painoprosenttia. Tällöin yhden bensiinikilon täydelliseen palamiseen vaaditaan noin 14,7kg ilmaa ja tätä 1:14,7 seossuhdetta merkitään ilmakertoimella $\lambda = 1$.

Moottorinohjaus laskee imusarjan painetta sekä imuilman lämpötilaa. Sylinterin täyttöaste (VE) on prosenttiluku joka kertoo sylinterin sisäisen paineen verrattuna imusarjan paineeseen. Kun kaava $pV = nRT$ muutetaan muotoon:

$$n = pV/RT$$

Edeltävän kaavan avulla saadaan selville moottoriin menevän ilman massa (m) muokkaamalla kaavaa hieman.

$$n \times M = pV/RT * M$$

Sillä $m = n * M$

$$m = pV/RT * M$$

Tässä kaavassa:

m = Sylinterissä olevan ilman massa

p = sylinterin paine = Sylinterin täyttöaste (VE) * imusarjanpaine

V = Yhden sylinterin tilavuus

R = Kaasuvakio = $8,31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

T = Imuilman lämpötila

M = ilman moolimassa = 28.966 g/mol

Itse MegaSquirtin koodissa tämä kaava on muodossa

$$M = (VE * MAP * CYL_DISP) / (R * (IAT - 32) * ^{5/9} + 273)) \times MM_{air}$$

Tarvittavan polttoainemäärän MegaSquirt laskee sisäisellä kaavalla

$$REQ_FUEL * 10 = 36,000,000 * CID * AIRDEN(MAP, temp) / (NCYL * AFR * INJFLOW) * 1/DIVIDE_PULSE$$

Jossa:

REQ_FUEL = suittimien vaadittu aukioloaika kymmenesosa millisekunneissa

36,000,000 = kymmenesosa millisekuntien määrä tunnissa jota käytetään muuttamaan suittimissa ilmoitettu viretausarvo pauna/tunti arvoon paunaa/kymmenesosa millisekunti.

CID = Moottorin tilavuus kuutiotuumina, $1cid = 0.0163871 = 16,3871 \text{ cm}^2$

$AIRDEN$ = ilmantiheys sensoreilta saatavassa paineessa ja lämpötilassa.

$NCYL$ = Sylinterien määrä

AFR = stokiometrinen ilma/polttoaine suhde = 14,7:1

$INJFLOW$ = suittimien virtaus muodossa paunaa tunnissa

$DIVIDE_PULSE$ = suihkutusten määrä yhden työkierron, eli kampiakselin kahden kierroksen 4-tahtikoneessa, aikana

Tästä vielä AIRDEN saadaan kaavalla:

$$AIRDEN(MAP, temp) = 0.0391568 * (MAP * 10 - 31.0) / ((temp + 459.7) * 1728)$$

Jossa:

MAP = imusarjanpaine

temp = imuilman lämpötila

Kahden yllä olevan kaavan avulla saadaan siis selville vaadittu polttoainemäärä eli suuttimen aukioloaika täydellisellä sylinteritäytöllä ilman rikastusta.

(www.megamanual.com/)

Oikea aukiolopulssin pituus saadaan lisäämällä REQ_FUEL arvoon tarvittavat rikastus- ja sylinterintäyttökertoimet kaavalla:

$$PW = REQ_FUEL * VE * MAP * E + accel + Injector_open_time$$

Jossa:

PW = suuttimen aukiolopulssin pituus

VE = Sylinterin täyttöaste, joka lasketaan imusarjanpaineen sekä kierrosnopeuden avulla

MAP = Imusarjanpaine

E = rikastuskerroin

accel = kiihdytysrikastus

Injector_open_time = suuttimen avautumisaika kymmenesosa millisekunteina

Rikastuskerroin E lasketaan kaavalla:

$$E = (Warmup/100) * (O2_Closed\ Loop/100) * (AirCorr/100) * (BaroCorr/100)$$

Jossa:

Warmup = lämmitysrikastus joka säädetään Megatunen avulla

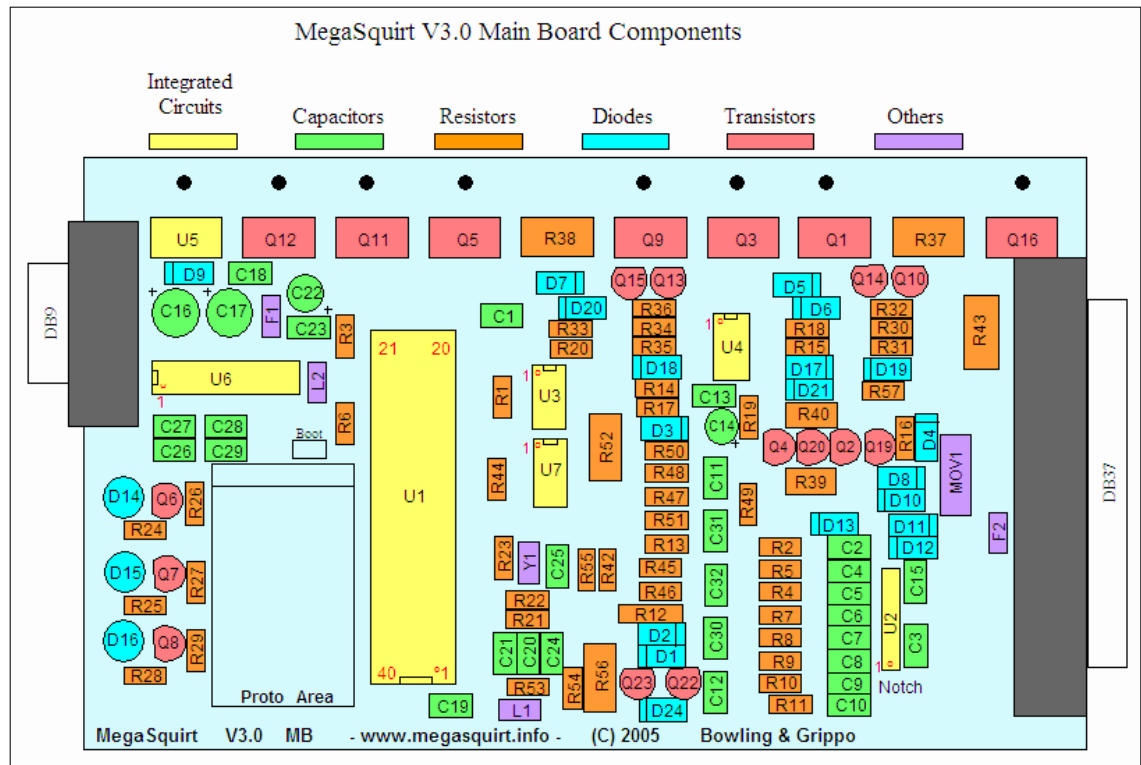
O2_Closed Loop = Lambda-anturin rikastus joka säädetään Megatunella

AirCorr = ilmantiheyden korjauskerroin joka lasketaan imuilmanlämmöstä

BaroCorr = ilmanpaineen korjauskerroin joka saadaan mittaamalla ilmanpaine käynnistyksen yhteydessä.

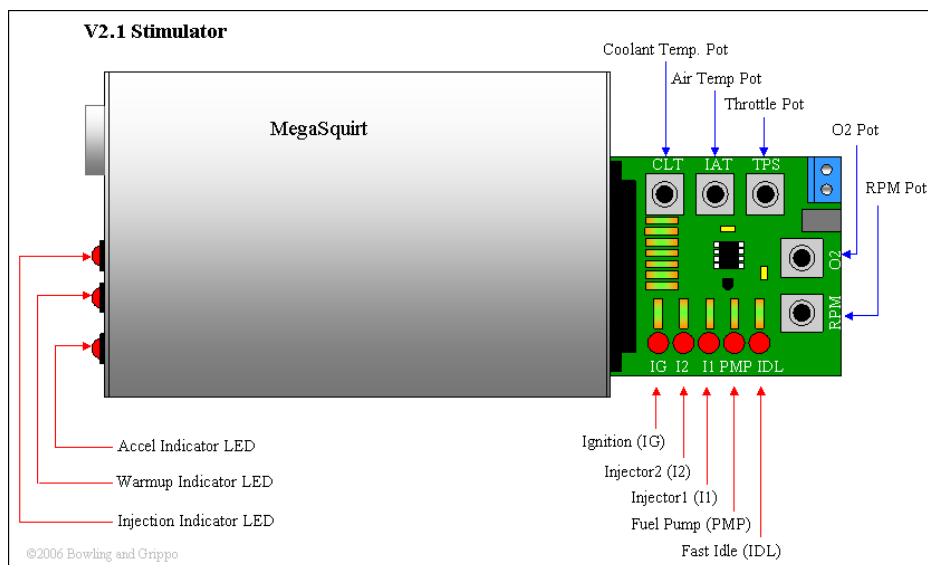
(www.megamanual.com/)

5 KASAAMINEN



Kuva 2. MegaSquirt v3.0 piirilevyn komponenttikaavio (www.megamanual.com/)

Koska MegaSquirt on tee-se-itse-tyylinen sarja, saa sen myös rakennussarjana, jossa tulee piirilevy, prosessori, kotelo sekä kaikki tarvittavat komponentit kasaamiseen. MegaSquirtin kasaamisen ja testaamisen helpottamiseksi voidaan rakentaa myös erillinen Stimulaattori joka kytketään MegaSquirtiin. Stimulaattorin avulla voidaan jäljitellä auton anturitietoja ja siinä on led-valoja joilla nähdään MegaSquirtin lähettämät signaalit. (www.megamanual.com/)

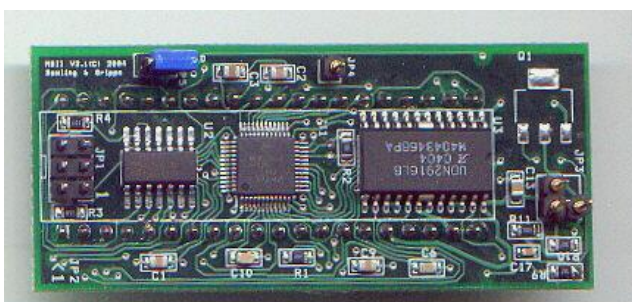


Kuva 3. MegaSquirtiin liitetty stimulaattori (www.megamanual.com/)

Piirilevyn kasaaminen aloitetaan liittimien ja prosessorin jalan juottamisella, tämän jälkeen kiinnitetään virransyötön kondensaattorit ja diodit. Tämän jälkeen voidaan suorittaa ensimmäinen testi stimulaattorilla, johon kytketään 9V paristo. Stimulaattori kytketään MegaSquirtin DB-37 liittimeen johon johtosarja myöhemmin kiinnitetään. Yleismittarilla tarkistetaan pinnille 20 tuleva jännite pinnin 19 avulla, jota käytetään maadoitukseen. Jännitteen tulisi olla 5V näiden kahden pinnin välillä. Tämän jälkeen tarkastetaan vastaavasti pinnien 1 ja 31 jännite, joiden tulisi olla +5V. Seuraavaksi tarkastetaan että pinnit 2 ja 32 on maadoitettu. Jos kaikki on kunnossa, voidaan kasaamista jatkaa. (www.megamanual.com/)

Seuraavaksi on vuorossa sarjaportin ja tietoliikenteen mikropiiri ja kondensaattorit. Komponenttien asennuksen jälkeen tarkistetaan että sarjaportti on kunnossa. Yleismittarilla tarkistetaan että liittimien pinnit ovat yhteydessä piirilevyyn. Jos liitin on kunnossa, ladataan tietokoneelle HyperTerminal-ohjelma, jonka avulla voidaan kommunikoida sarjaporttiin liitettävien laitteiden kanssa. Kun HyperTerminal on ladattu, liitetään Megasquirt tietokoneeseen ja otetaan HyperTerminaalilla yhteys MegaSquirtiin. Jos yhteys saadaan, sillataan prosessorin jalasta pinnit 12 ja 13 sekä liitetään stimulaattori, jolloin MegaSquirtiin saadaan virta. Kun MegaSquirtissa on virta, voidaan suorittaa tietoliikennetesti. Prosessorille menevä pinni 13 on saapuvalle liikenteelle ja 12 puolestaan lähtevälle liikenteelle. Koska nämä kaksi pinniä on sillattu, pitäisi MegaSquirtin lähettää takaisin kaikki sille lähetetty data. Mikäli näin on, voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen. (www.megamanual.com/)

Seuraavaksi kootaan prosessorikello- sekä akkujännitteentunnistuspiiri. Tässä vaiheessa piirilevylle asennetaan kellokide sekä prosessori. Kun nämä on asennettu voidaan tietokoneelle ladata TunerStudio-ohjelma ja yhdistää MegaSquirt tietokoneeseen. TunerStudion avulla kirjoitetaan ohjelmistokoodi prosessorille ja testataan sen toiminta. Jos kaikki toimii kuten pitääkin, irroitetaan prosessori ja jatketaan kasaamista.



Kuva 4. MegaSquirt II prosessorikortti (www.megamanual.com/)

(www.megamanual.com/)

Viimeiset vaiheet ovat signaalitulo- ja signaalilähtöpiirien kokoaminen. Tulopiiriä kasatessa täytyy päättää miten kierrosnopeustieto luetaan moottorista. Kierrosnopeuden lukua varten on kaksi eri mahdollisuutta kasata piiri. Jos käytetään VR-anturia, MegaSquirt muuttaa sen tuottaman siniaallon kanttiaalloksi. Jos käytetään Hall- tai optista anturia, tuottaa se suoraan kanttiaaltoa, jolloin aallonmuotoa ei tarvitse muuttaa. Myös katkojankärjiltä saadaan suora kanttiaalto jolloin ei signaalia tarvitse muuttaa. Moottorin nopeustieto voidaan lukea myös suoraan puolalta, mutta tällöin ei tietoa voida käyttää sytytyksen ohjaamiseen. Molemmat piirit kuitenkin voidaan asentaa ja tämän jälkeen valita kumpi piiri liitetään järjestelmään. Tämä on kaikkein järkevin tapa jos ohjausjärjestelmä tullaan joskus vaihtamaan toiseen ajoneuvoon tai tullaan joskus muuttamaan signaalin lähde. (www.megamanual.com/)

Seuraavaksi asennetaan imusarjan paineanturi, joka kiinnitetään suoraan piirikorttiin. Anturilta vedetään johdotusvaiheessa letku suoraan imusarjaan joten MegaSquirtille ei tule erillistä signaalia paineesta, vaan painetieto siirretään suoraan piirikortille. Tämä ei kuitenkaan juurikaan muuta mittauksen tarkkuutta sillä ilmalla on hyvin pieni inertia ja se reagoi nopeasti paineen muutoksiin. 30metrin letkulla on saatu aikaiseksi noin 10millisekunnin viive, joten normaalisti asennetulla letkulla ei juuri ole viivettä. (www.megamanual.com/)

Kun sisääntulosignaalien piirit on asennettu, voidaan niiden toimintaa testata stimulaattorin avulla. Stimulaattori kytketään MegaSquirtiin ja MegaSquirt kytketään tietokoneeseen. Stimulaattorissa on potentiometri jolla simuloidaan moottorin kierroslukua ja sitä pyöritettäessä tulisi TuningStudio-ohjelmassa näkyä kierrosluvun muutos. Samalla voidaan testata myös lambda-anturin signaali. Samalla voidaan tarkastaa että imusarjanpaineanturi näyttää oikeaa lukemaa, joka tulisi olla noin 5kPa alle vallitsevan ilmanpaineen, eli Tampereen korkeudella noin 95kPa. (www.megamanual.com/)

Tämän jälkeen on vuorossa signaalilähtöpiirien kasaaminen. Jos autossa tullaan käyttämään kylmäkäyntisolenoidia, tulee piirilevyille asentaa TIP120/121/122-transistori tarkoitusta varten. Sytytyksen lähtöjä varten tulee päättää miten sytytystä ohjataan,

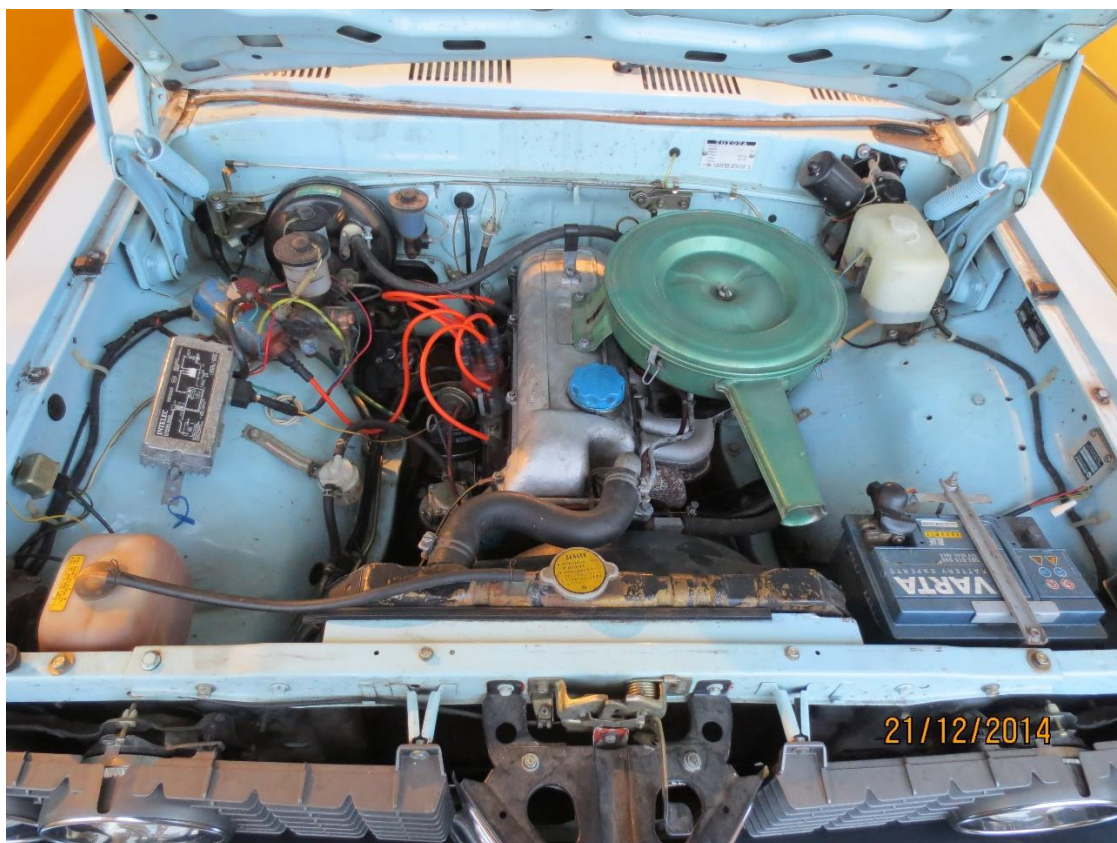
vaihtoehtoja on monia ja erillisillä sarjoilla voidaan valita lähes mikä tahansa sytytysmoduuli. Tässä sovelluksessa käytetään hyväksi alkuperäistä virranjakajaa sekä yksittäispuolaa jota MegaSquirtilla voidaan suoraan ohjata ilman erillistä sytytysmoduulia. (www.megamanual.com/)

Suuttimia varten tulee päättää käytetäänkö korkea- vai matalavastuksisia suuttimia. Eroksi näiden välillä tulee signaalia ohjaava kanavatransistori. Kuitenkin jos käytetään matalavastuksisia suuttimia, tulisi molemmat piirit asentaa. Seuraavaksi voidaan halutessa asentaa edellisille piireille suojavastukset, jotka rajoittavat virran noin 14 ampeeriin. (www.megamanual.com/)

Viimeisinä vaiheena on led-valojen kytkentä sekä kotelon kasaaminen. Led-valojen avulla saadaan tietoa ohjainlaitteen toiminnasta vaikka siihen ei olisikaan kytketty tietokonetta. Led-valojen toimintoja voidaan vaihtaa MegaTune ohjelman avulla. (www.megamanual.com/)

6 Muutokset

Moottori johon muutokset on suunniteltu, on Toyotan 18R joka on 1976 vuosimallin Toyota Corona Mark II:ssa. 18R moottori on ollut tuotannossa vuodesta 1971 vuoteen 1981 ja sitä on käytetty Toyotan Corona, Corona Mark II, Celica ja Cressida malleissa. 18R on 8-venttilinen SOCH-moottori, eli yhdellä kannen yläpuolisella ketjukäyttöisellä nokka-akselilla varustettu. Moottorin iskutilavuus on 1968cc jossa sylinterin halkaisija on 88,5mm ja iskunpituus 80mm, eli moottori on lyhytiskuinen. Moottorin huipputehoksi on ilmoitettu 105hp ja maksimiväännöksi 142Nm.

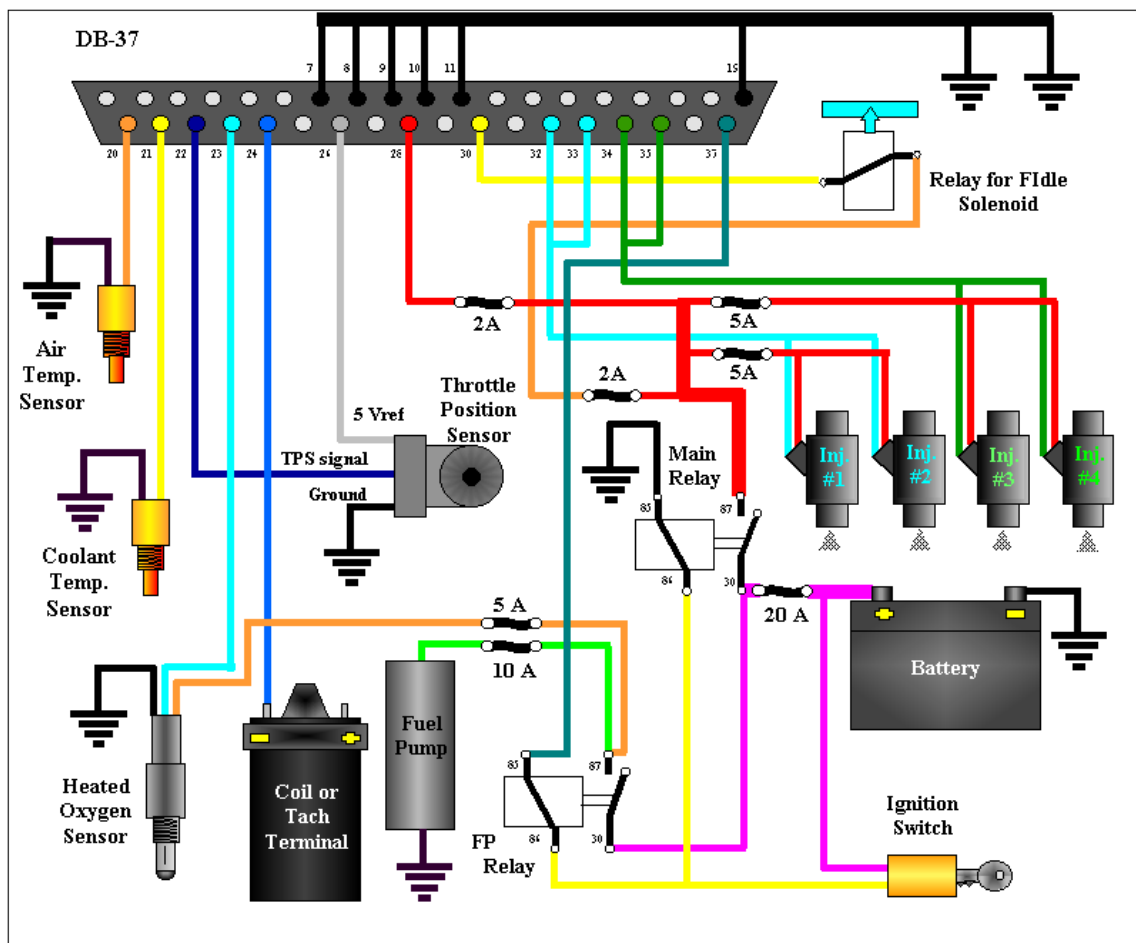


Kuva 5. Toyotan 18R-moottori

Moottorissa on yksi kaksikurkkuinen vaihekaasutin automaatti rikastimella, jossa jäähdytysneste lämmitteää kaksoismetallikierukkaa ja näin sääteää rikastimen toimintaa. Sytytyslaitteisto on toteutettu virranjakajalla jossa on alipaineella toimiva ennakon säätö.

Foorumeilta ei tuntunut löytyvän yhtäkään projektia jossa olisi 18R-moottori muutettu MegaSquirtilla toimivaksi, mutta muutamia 18R-G ja 18R-GEU projekteja löytyi. Nämä moottorit ovat kuitenkin 18R-moottorin DOCH-versioita ja 18R-GEU on japanilainen ruiskumalli.

Moottoriin tulee lukuisia muutoksia kun polttoaineen suihkutuslaitteisto asennetaan. Ensinnäkin kaasutin korvataan kaasuläpällä tai sitten kaasutin ja imusarja korvataan läppärungoilla. Alkuperäisen mekaanisen polttoainepumpun tehtävä on ollut vain siirtää polttoainetta tankista kaasuttimeen. Suihkutuslaitteisto taas vaatii paljon suuremman paineen polttoaineelta jotta aikaan saadaan hienojakoinen suihku. Tämän takia alkuperäinen polttoainepumppu poistetaan ja tilalle asennetaan suuritehokkaampi polttoaineenruiskutukselle tarkoitettu sähköpumppu. Koska kyseessä on vanha kaasutinmoottori, ei siitä löydy kuin jäähdytysnesteen lämpötilan ja öljynpaineen anturit, joilta signaali menee suoraan mittarille. Koska suihkutuslaitteisto vaatii paljon erilaista tietoa, tulee moottoriin lisätä erilaisia antureita.



Kuva 6. Johdotuskaavio (www.megamanual.com)

6.1 Polttoaineensyöttö

Polttoaineensuihkutuksessa tärkeimpiä osia ovat itse suuttimet. Suuttimissa on erilaisia kiinnityksiä ja niitä saa erilaisilla virtauksilla. Virtaukset on ilmoitettu muodossa cc/min, eli kuutiosenttimetriä minuutissa. Tämä tulee ottaa huomioon suuttimia valittaessa, liian pienellä virtauksella moottori ei saa suurilla kierroksilla tarpeeksi polttoainetta ja liian suurella virtauksella se taas saa pienillä kierroksilla liikaa polttoainetta.

Suuttimien tarvittava koko saadaan laskettua kaavalla

$$InjectorSize = (HorsePower * BSFC) / (\#Injectors * DutyCycle)$$

Jossa:

HorsePower = Moottorin oletettu teho kampiakselilta

BSFC = ominaiskulutus, joka on bensiinimoottoreissa noin 322 g/kW·h = 0.55 lb/hp·h

#Injectors = suuttimien lukumäärä

DutyCycle = Kuinka monta prosenttia yhden työkierron ajasta suutin on auki.

(www.megamanual.com/)

Tarkasteltavasta moottorista saadaan vakiona 100hp teho kampiakselilta, joten oletetaan tavoitellun tehon olevan 120hp. Suuttimen aukioloksi valitaan 85%=0,85 jotta suuttimen ei tarvitsisi maksimirasituksessa olla koko ajan auki. Näin olla saadaan laskutoimitukseksi

$$InjectorSize = (120hp * 0,55lb/hph) / (2 * 0,85)$$

Josta tulokseksi saadaan 38,8lb/h joka on 407,4cc/min. Näin ollen esimerkiksi markkinoilla olevia 420cc/min suuttimia voisi käyttää tässä sovelluksessa.

(www.megamanual.com/)

Kun suuttimien koko on valittu, tulee pohtia niiden sijoittamista. Kaikkein helpointa olisi sijoittaa yksi suutin kaasuläppään nykyisen kaasuttimen tilalle. Yksittäissuihkutuksen voisi toteuttaa kahdella tavalla, joko kaasutin korvataan kaasuläpällä ja tehdään uusi imusarja suuttimien paikoilla tai tehdään vanhaan imusarjaan paikat suuttimille. Toinen vaihtoehto on käyttää kaasuläppärunkoja, joissa on paikka suuttimelle ja tällöin myös jokaiselle sylinterille tulisi oma kaasuläppänsä. Tässä sovelluksessa olisi järkevää toteuttaa kaasuläppä ja suuttimet käyttämällä

Dbilaksen kaksiläppäistä läppärunkoa joka on tehty weber DCOE-kaasuttimen jaoilla ja tämä saadaan suoraan asennettua moottoriin hankkimalla weber kaasuttimille tarkoitettu imusarja. Dbiliaksen läppärungoissa on paikat kahdelle suuttimelle.



Kuva 7. Weber kaasuttimien imusarja toyotan 18R-moottoriin (<http://www.weberperformance.com.au/>)



Kuva 8. Dbilas läppärungot (<http://www.modificars.fi/>)

6.2 Anturit

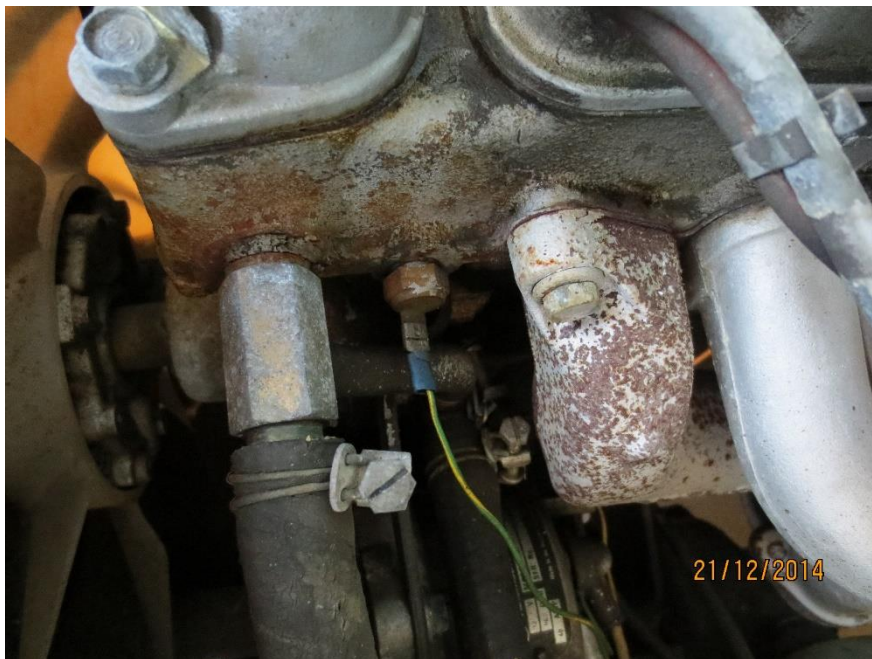
Koska 18R-moottori on melko alkeellinen, ei siinä juurikaan ole tunnistimia. Ainoat anturit jotka moottorista löytyvät ovat jäähdytysnesteen lämpötilalle sekä moottorin öljynpaineelle. Nämäkin anturit antavat signaalinsa suoraan mittareille, joten jotta MegaSquirtille saataisiin lämpötilatieto, joudutaan sitä varten lisäämään toinen anturi.

6.2.1 Jäähdytysnesteen lämpötila

Jäähdytysnesteen lämpötila-anturin tehtävä on antaa tietoa moottorin lämpötilasta jotta kylmään moottoriin saadaan suihkutettua enemmän polttoainetta ja näin ollen saadaan

se lämpiämään nopeammin. Tämän lisäksi moottorin lämpötila ohjaa myös tyhjäkäyntiventtiilin toimintaa. Lämpötila-antureina käytetään yleisimmin NTC-vastuksia, joiden vastus pienenee lämpötilan noustessa.

Moottorin alkuperäinen lämpötila-anturi antaa signaalitietonsa suoraan mittarille ja se sijaitsee moottorilohkon kyljessä. Tätä anturia voidaan käyttää MegaSquirtin lämpötilatietoon, mutta tällöin tulee selvittää anturin vastusarvot eri lämpötiloissa ja syöttää ne MegaTune-ohjelmaan joka kirjoittaa tiedon ohjainyksikköön. Tämä anturi on kuitenkin yksipinninen joka maadoittaa itsensä anturinrungon kautta ja tällaista anturia ei suositella käytettäväksi MegaSquirtin kanssa. Tässä tapauksessa kannattaa hankkia samalla kierteellä oleva lämpötila-anturi, joka on tarkoitettu moottorinohjausta varten. Tällöinkin joudutaan selvittämään anturin vastusarvot tai voidaan selvittää onko joku muu käyttänyt vastaavaa anturia ja saada tiedot suoraan keskustelufoorumilta.



Kuva 9. Alkuperäinen lämpötila-anturi

Alkuperäinen anturi on 16x1,5mm kierteellä oleva joten sen tilalle soveltuu esimerkiksi Valeon 700010 joka on samalla kierteellä ja moottorinohjaukseen tarkoitettulla kaksinapaisella liittimellä.



Kuva 10. Valeo 700010 lämpötila-anturi (<http://web-cdn.tecdoc.net/valeo/home.jsp>)

Table Generator

Sensor Table: Coolant Temperature

Bias Resistor Value (Ohms): 2490

Thermistor Measurements

☒ Celsius
☐ Fahrenheit

Temperature (° C)	Resistance (Ohms)
-40	100700
30	2238
99	177

OK Cancel

Kuva 11. MegaTunessa oleva anturin säätötaulukko

6.2.2 Imuilman lämpötila

Imuilmanlämpötilan avulla saadaan selville ilmantiheys, joka vaikuttaa tarvittavan polttoaineen määrään. Anturi sijoitetaan imusarjaan tai imuputkeen. Joissakin alkuperäisissä järjestelmissä lämpöanturi on sijoitettu ilmansuodatinkoteloon tai ilmamassamittarin yhteyteen. Antureina käytetään myös NTC-vastuksia kuten jäähdytysnesteen lämpötilaa mitatessa, mutta ilmanlämpöä mitatessa anturit ovat yleensä avonaisia tarkemman lukeman saamiseksi. Imuilman lämpötilaa mitatessa lämpötilan vaihtelut ovat pienempiä kuin jäähdytysnestettä mitatessa ja muutokset tulee havaita nopeammin. (Robert Bosch GmbH, 2007)

Imuilman lämpötilasensori olisi tässä tapauksessa järkevintä kiinnittää ennen kaasuläppää imuputkeen jolloin imusarjaan ei tarvitsisi tehdä paikkaa anturille. Anturiksi voidaan valita miltei minkäläinen tahansa, sillä sen signaali voidaan kalibroida aivan kuten jäähdytysnesteen lämpöanturinkin.

Tällainen anturi olisi esimerkiksi Bosch 0 280 130 085 joka on käytössä useissa VAG-konsernin autoissa. Tätä anturia saa tarvikeosana melko edullisesti ja finsquirt.net-foorumeilta löytyvät sille kalibrointitiedot.

6.2.3 Kaasuläpän asentoanturi

Kaasuläpänanturia käytetään sopivan seoksen aikaansaamiseksi erilaisissa tilanteissa. Kun ohjausyksikkö tietää missä asennossa kaasuläppä on ja mikä on imusarjan paine, tietää se onko kyseessä esimerkiksi kiihdytystilanne ja pystyy tällöin suihkuttamaan oikean määrän polttoainetta. Kaasuläpän asentoanturi kiinnitetään nimensä mukaisesti kaasuläppään, kaasuvivuston vastakkaiselle puolella ja se on yleensä potentiometri. Mittausalue on 90° eli läpän kiinni ja täysin auki asentojen välillä. Yleensä kaasuläpänasentoanturi on toteutettu liuskamittausperiaatteella jolloin, kahden tai useamman liuskan välinen vastus muuttuu asennosta riippuen. Suurimmassa osassa myytäviä kaasuläppiä on valmis akseli anturin kiinnittämistä varten joten sen asennus on melko yksinkertaista. (Robert Bosch GmbH, 2007)

Sopiva anturi olisi esimerkiksi yleisesti käytetty Bosch 0 280 122 001. Tämä saadaan kiinnitettyä suoraan kaasuläppiin jolloin asennus on melko yksinkertainen.



Kuva 12. Bosch 0 280 122 001 kaasuläpän asentoanturi. (<http://www.bosch-automotive-catalog.com/>)

6.2.4 Lambda

Lambda-anturin tarkoitus on hienosäätää seosta analysoimalla pakokaasun seassa olevaa hapen määrää ulkoilmassa olevaan happipitoisuuteen. Lambdan avulla saadaan tietää, käykö moottori mahdollisesti rikkaalla, jolloin lambda on pienempi kuin yksi, tai laihalla, jolloin lambda on suurempi kuin yksi. Tällöin säädetään suihkutettavan polttoaineen määrää jotta saataisiin aikaan optimaalinen palaminen.

Lambda-anturi sijoitetaan pakoputkeen mahdollisimman lähelle moottoria, sillä sen käyttölämpötila on 350–900 C°. Kuitenkin jos käytetään lämmitettävää anturia, voidaan se sijoittaa kauemmas moottorista jolloin lämmitysvastuksella saadaan aikaiseksi oikea lämpötila. Tässä sovelluksessa on järkevintä käyttää lämmitettävää anturia, joka kiinnitetään pakoputkiston alkuputkeen pakosarjan jälkeen. Kiinnitystä varten on myytävissä kiinnitysholkkeja jotka hitsataan pakoputkeen.



Kuva 13. Pakoputkisto

Autossa johon järjestelmää suunnitellaan, on 4-2-1 tyylinen pakoputkisto. Tällöin olisi viisainta sijoittaa lambda-anturi kohtaan jossa pakoputkisto yhtyy yhdeksi putkeksi. Koska oletetaan että moottoria joutuu säätämään paljon jotta sen toiminta saadaan optimaaliseksi, olisi järkevää käyttää laajakaista-lambdaa. Laajakaista-lambdaalla saadaan tarkempi tieto seoksesta kuin normaalilla lambdaalla. Normaalilla lambdaalla nähdään vain onko seos laihalla vai rikkaalla, mutta sen tarkkuus ei riitä kertomaan kuinka paljon. Laajakaista-lambdaalla puolestaan saadaan lambdaan tarkka arvo ja voidaan näin ollen selvittää kuinka paljon seos on pielessä. Laajakaista-lambda tarvitsee anturin lisäksi ohjainlaitteen joka on usein yhdistetty suoraan mittariin. Ohjainlaitteessa on lähtöjä joista lambdaan tieto voidaan suoraan viedä MegaSquirtille. Näin ollen sen asennus on melko yksinkertainen. Tähän sovellukseen soveltuva lambda olisi esimerkiksi Autotune.fi-nettikaupasta löytyvä Innovate MTX-L laajakaista-lambdaohjain ja -anturi.



Kuva 14. MTX-L laajakaista lambda ohjain ja anturi (www.autotune.fi)

6.3 Sytytys

Sytytys voidaan MegaSquirtin avulla toteuttaa hyvin monilla erilaisilla tavoilla. Lisäosien avulla on mahdollista ohjata jopa suorasytytystä, jolloin jokaisella sytytystulpalla on oma puolansa. Koska tässä projektissa ei ole tarkoituksena saada moottorista suurinta mahdollista tehoa, on järkevin tapa toteuttaa sytytys käyttämällä hyväksi alkuperäistä katkojankärjillä varustettua virranjakajaa, koska tällä saadaan kuitenkin huomattavasti tarkempi sytytysennakon ohjaus kuin alkuperäisellä järjestelmällä. Tällöin moottoriin ei tarvitse lisätä kampiakselin asentotunnistinta vaan MegaSquirt saa oikean sytytysajankohdan laskettua katkojan kärjiltä saatavasta tiedosta

ja MegaSquirtilla voidaan ohjata alkuperäistä puolaa jolloin sytytysjärjestelmään ei juuri tarvitse tehdä muutoksia. (www.megamanual.com/)

Kun MegaSquirtilla ohjataan sytytystä, tulee MegaSquirtin tietää moottorin pyörimisnopeus sekä oikea sytytyshetki. Nämä molemmat tiedot saadaan selville katkojan kärjiltä, jotka alun perin ohjaavat puolaa. Kun katkojan kärjiltä halutaan sytytystieto, johdotetaan se sytytyspuolan sijasta 1 kilo-ohmin vastuksella suoraan akkuun sekä MegaSquirtille jolloin kärkien sulkeutuessa MegaSquirt saa tarvittavan tiedon. Lisäksi joudutaan alkuperäinen virranjakajan alipaineella toimiva ennakkosäätö lukitsemaan. (www.megamanual.com/)

Koska valittuna on v3.0 piirilevy, voidaan sen avulla ohjata suoraan puolaa ja erillistä sytytysmoduulia ei tarvita. Tällöin puolan positiivinen napa kytketään päävirtareleeseen ja negatiivinen napa suoraan MegaSquirtiin. MegaSquirt laskee oikean sytytysajan sille syötetystä ennakkotaulukosta sekä maadoittaa puolan kipinää varten. Alkuperäinen virranjakaja jakaa edelleen kipinät sylintereille. (www.megamanual.com/)

6.4 Tyhjäkäyntiventtiili

Tyhjäkäyntiventtiilin tehtävänä on nostaa kylmänmoottorin kierrosnopeutta parempaa käynnissä pysymistä sekä nopeampaa lämpenemistä varten. Tyhjäkäyntiventtiileitä on kahta erimallia, kiinni/auki-tyyppinen venttiili sekä askelmoottorilla varustettu venttiili. Askelmoottorilla varustetulla venttiilillä saadaan säädeltyä sen lävitse päästämää ilmamäärää ja näin ollen tarkempi tyhjäkäynnin säätö. Tässä sovelluksessa kuitenkin riittää yksinkertaisempi venttiili. Venttiili päästää moottorille ilmaa kaasuläpän ohi ja nostaa tällöin kierroslukua. Yksinkertaisinta on asentaa ilmansuodattimen jälkeen letku imusarjaan tehtävään liittimeen jonka väliin venttiili tulee.

Tällainen venttiili olisi esimerkiksi Bosch 0280140516. Venttiili ottaa ilman ilmansuodattimen jälkeen ja kun Megasquirt ohjaa venttiilin auki, päästää se ilman suoraan imusarjaan, nostaen moottorin kierrosnopeutta.

7 SÄÄTÄMINEN

MegaSquirtin säätäminen tapahtuu tietokoneen avulla ja siihen voidaan käyttää useaa eri ohjelmistoa, mutta tässä keskitytään Bruce Bowlingin ja Al Grippon suunnitteleman MegaTunen käyttöön. Tässä osiossa perehdytään vain perussäätöihin sillä koska asennusta ei tehdä, on myös säätöjen läpikäyminen hankalampaa kuin asennusta suorittaessa.

Ennen kuin moottori voidaan käynnistää, tulee MegaSquirtille kirjoittaa perusasetukset ja säädöt. Näitä ovat moottorin ja käytettyjen komponenttien tiedot. Ensimmäisenä syötetään moottorin tiedot sekä käytettävien suuttimien tiedot ja asetukset. Näiden jälkeen voidaan tehdä VE-taulukko jonka perusteella suihkutettava polttoaine lasketaan. Säätämiseen ei käytetä suuttimien aukioloaikaa vaan MegaSquirt laskee sen täyttöasteen avulla. VE-taulukon luominen onnistuu ohjelman avulla ja myöhemmin sitä voi itse hienosäätää. (www.megamanual.com/)

The image shows two windows from the MegaSquirt software interface.

General Settings

- ECU Type (1=MS-II, 2=MicroSquirt): 1
- MUST set ECU Type before editing other values.**
- Engine displacement (cu.in.): 120.0
- Injection Timing Delay (%): 0
- Dual Table Use: Single Table
- Barometric Correction: Initial MAP Reading
- X-Tau Usage: Off
- Prime, ASE, WUE, Baro Tables: Two-Point
- Input Smoothing Factors**
 - MAP/MAF Averaging Lag Factor: 0
 - RPM Averaging Lag Factor: 0
 - TPS Averaging Lag Factor: 0
 - Lambda Averaging Lag Factor: 0
 - CLT /IAT/Battery Lag Factor: 0
 - Knock Averaging Lag Factor: 0
- Sampling Rates**
 - TPS Sample Rate (msec): 0
 - MAP Sample Rate (msec): 0

Buttons: F1, Fetch From ECU, Burn To ECU, Close

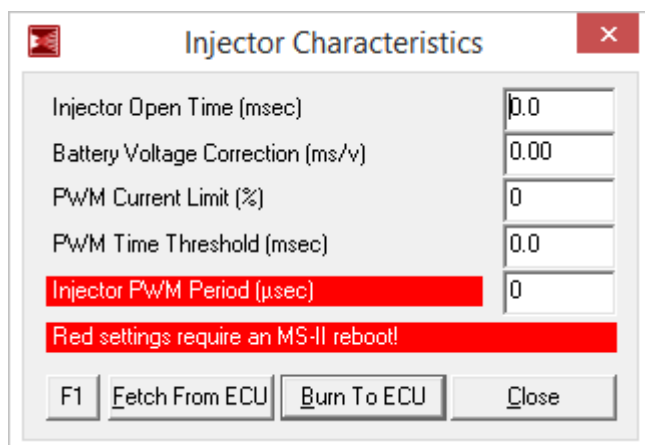
Injection Control - Page 1

- Calculate Required Fuel**
 - Required Fuel...: 16.2
 - 8.10
- Injector Control**
 - Control Algorithm: Speed Den:
 - Injections Per Engine Cycle: 2
 - Injector Staging: Simultaneous
 - Engine Stroke: Four-stroke
 - Number of Cylinders: 4
 - Injector Port Type: Port Injectio
 - Injectors: 4
 - Engine Type:

Buttons: Fetch From ECU, Burn To ECU, Close

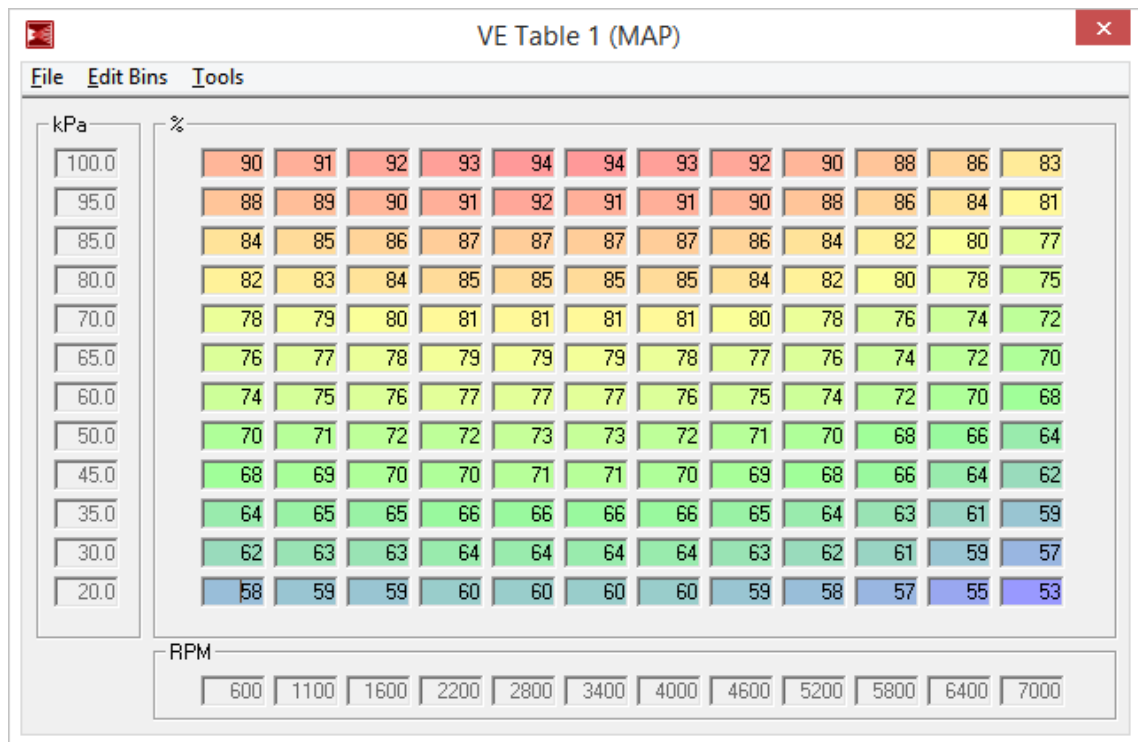
Kuva 15. Perussäädöt

Kuvassa 12. näkyvät perusasetukset joilla valitaan käytettävät parametrit ja valitaan toimintaperiaate. ”Input smoothing factors”-kohdassa voidaan valita antureiden signaaleille hidastuksia jolloin signaalin arvo muuttuu hitaammin ja tällä saadaan eliminoidua häiriöistä aiheutuvia piikkejä. Suuttimien perussäädöistä voidaan valita suihkuttavatko kaikki suuttimet samanaikaisesti vai jaksoittain sekä kuinka monta suihkutusta kierroksen aikana tapahtuu. (www.megamanual.com/)

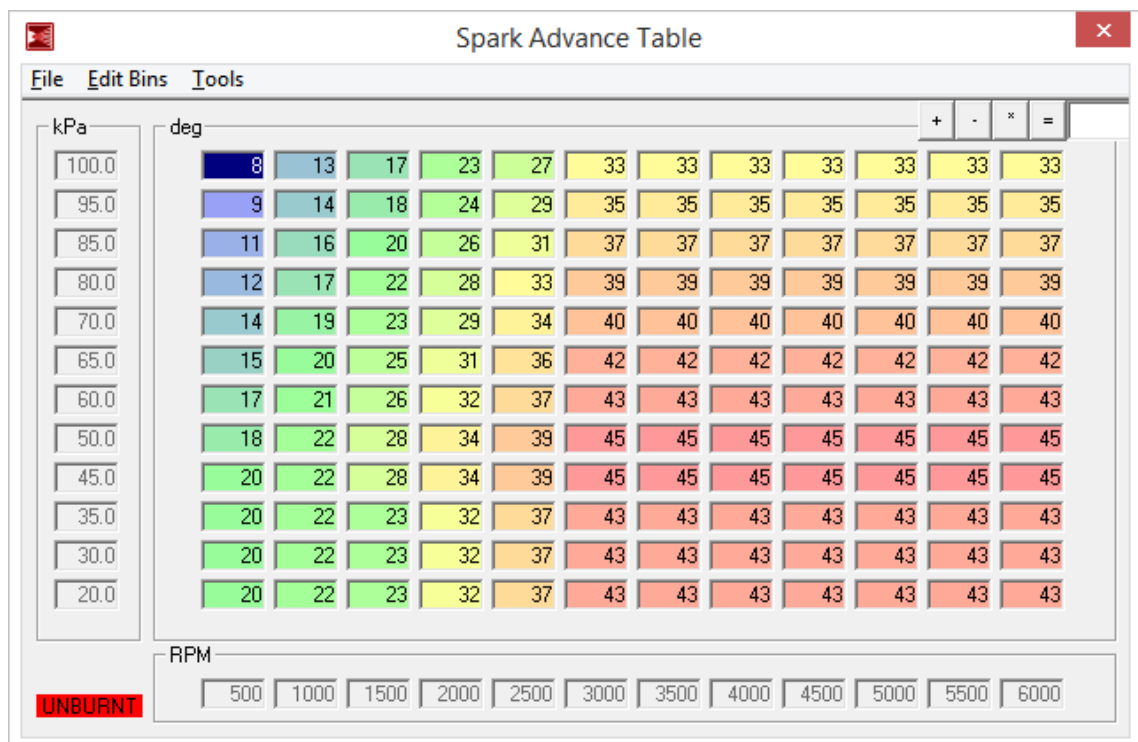


Kuva 16. Suuttimien asetukset

Kuvassa 13. näkyy suuttimia koskevat asetukset ja PWM eli pulssinleveysmodulaatioasetukset. Pulssinleveysmodulaatiolla on tarkoitus suojata suuttimia turhalta lämpenemiseltä jaksottamalla suuttimille menevä jännite sopivaksi kanttiaalloksi. Käytettävät PWM asetukset riippuvat siitä käytetäänkö matala- vai korkeavastuksisia suuttimia ja Megamanualista löytyy niille ohjeavot. (www.megamanual.com/)



Kuva 17. VE-taulukko



Kuva 18. Sytytysennakkotaulukko

Kuvassa 14. näkyy MegaTunen avulla generoitu VE-taulukko. Tämä on saatu aikaiseksi syöttämällä joitakin moottorin tietoja kuten iskutilavuus, huipputeho, maksimivääntömomentti sekä kierroslukualue. Kuvassa 15 näkyy MegaManualin ohjeen mukaan tehty sytytysennakkotaulukko jonka avulla auto pitäisi saada käyntiin. Sytytysennakkotaulukkoa varten ei MegaTunessa ole samanlaista automaattista luoja

kuin VE-taulukkoa varten. Näin ollen tämä taulukko on ohjeen mukainen lähtökohta, jolla moottori pitäisi saada käymään ja josta lähdetään muokkaamaan omalle moottorille sopivaa karttaa. (www.megamanual.com/)

Kun kaikki perusasetukset ja säädöt on tehty, pitäisi moottorin käynnistyä. Kun moottori saadaan käynnistettyä, voidaan syötettyjä arvoja hienosäätää jotta käynti ja toiminta saadaan paremmaksi. Tämä voidaan tehdä moottorin käydessä kytkemällä kannettava tietokone MegaSquirtiin ja näin ollen saadaan reaaliaikaista tietoa moottorilta ja asetettuja arvoja voidaan muokata. Kaikkien asetusten kohdalleen saaminen vie todennäköisesti hyvin paljon aikaa, jollei tiedä tarkalleen mitä on tekemässä.

8 KUSTANNUKSET

En lähtenyt erikseen etsimään mistä jokaisen komponentin saisi mahdollisesti halvimalla, joten seuraava kustannuslaskelma ei ole tarkka, mutta antaa hyvän käsityksen millainen budjetti tulee suurin piirtein olemaan. Monia osia on mahdollista hankkia käytettynä joista järkevin käytettynä hankittava on todennäköisesti imusarja sekä läppärungot, jotka ovat myös kaksi kalleinta yksittäistä osaa. Alla olevaan kustannusarvioon tulee vielä lisäksi polttoaineputkistojen uusiminen sekä mahdollisesti muita pienempiä kuluja, kuten antureiden liittimet ja muita pientarvikkeita.

Taulukko 2. Kustannuslaskelma.

MegaSquirt II + v3.0 piirilevy osineen	328€
Johtosarja	99,80€
Polttoainepumppu	75,61€
Suuttimet	268€
Imusarja	174€
Läppärungot	259€
Jäähdytysnesteen lämpötila-anturi	17,90€
Imuilman lämpötila-anturi	15,90€
Kaasuläpän asentoanturi	44,90€
Laajakaista-lambda + ohjain	219€
Tyhjäkäyntisolenoidi	130,95€
Yht.	1633,06€

9 POHDINTA

Työn aikana olen tutustunut syvällisemmin elektroniseen moottorinohjaukseen sekä saanut paljon uutta tietoa sen toiminnasta. Suurimmaksi haasteeksi työn edetessä osoittautui sopivien komponenttien löytäminen. Koska netistä ei löytynyt vastaavanlaista projektia josta oli saanut vinkkejä tai ohjeita, jouduin itse etsimään ja pääättelemään miten asia olisi parasta toteuttaa. Koska työtä ei konkreettisesti toteutettu autoon, jää joidenkin valintojen toimivuus tai helppous selvittämättä.

Itse MegaSquirtiin tutustuminen oli mielenkiintoista ja olin yllättynyt kuinka monipuolinen se on. Työn edetessä unohtui monta kertaa tutkimaan jotakin asia, joka ei omaan projektiin liittynyt mitenkään.

Mikäli työ olisi konkreettisesti suoritettu ajoneuvoon, olisi työstä saanut paljon laajemman, sekä MegaSquirtin säätöihin olisi tullut perehdyttyä paljon enemmän, mutta tämän työn ansiosta kerätty tietämys herätti suuren mielenkiinnon vastaavanlaista projektia kohtaan. Uskoisin että jossakin vaiheessa, mikäli sopiva ajoneuvo löytyy, tulen vastaavan projektin suorittamaan ja tämän työn antama alkutieto tulee varmasti auttamaan silloin.

LÄHTEET

RetroJDM, Toyota 18R-korjausopas. Luettu 25.10.2014
<http://retrojdm.com/ScanView.asp?ScanID=25>

MegaManual, MegaSquirt-ohjeet. Luettu 13.10.2014
<http://www.megamanual.com/MSFAQ.htm>

Weber performance, Nettikauppa. Luettu 04.02.2015
<http://www.weberperformance.com.au>

Modificars, Nettikauppa. Luettu 04.02.2015
<http://www.modificars.fi>

Valeo, Nettikatalogi. Luettu 03.02.2015
<http://web-cdn.tecdoc.net/valeo/home.jsp>

Bosch, Nettikatalogi. Luettu 03.02.2015
<http://www.bosch-automotive-catalog.com>

Autotune, Nettikauppa. Luettu 04.02.2015
www.autotune.fi

Robert Bosch GmbH 2009. Autojen anturit. Suom. Juhala M. Helsinki: Autoalan Koulutuskeskus Oy. Alkuperäinen teos 2007

Robert Bosch GmbH 2003. Autoteknillinen taskukirja. Suom. Autoalan Koulutuskeskus Oy. Jyväskylä: Gummerus. Alkuperäinen teos 2002.